

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-174004  
(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065  
C23F 4/00

(21)Application number : 10-376454  
(22)Date of filing : 03.12.1998

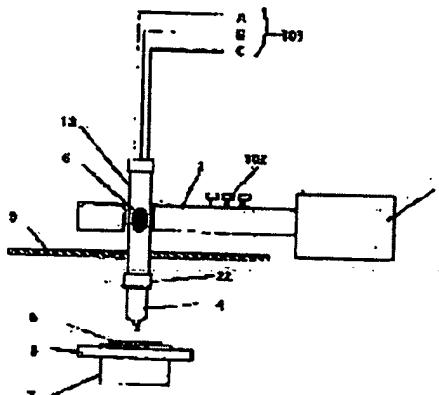
(71)Applicant : CHEMITORONICS CO LTD  
(72)Inventor : HONMA KOJI

### (54) METHOD AND APPARATUS FOR PLASMA ETCHING

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To uniformly thin a substrate crystal by the dry etching using plasma- activated active species of a reaction gas composed of a F compd. gas or F compd. gas-contg. mixed gas mixed with at least H or ammonia gas.

**SOLUTION:** An active species produced in a gas plasma is applied to a sample surface to etch it with the plasma. A mixed gas of SF<sub>6</sub> with ammonia and N is injected from a gas feeder through a reaction gas feed pipe in a plasma generating chamber, a microwave generated in a microwave oscillator 1 passes through a waveguide 2 and is absorbed in the plasma generating chamber to activate the mixed gas and form a plasma activated region 6. The active species gas passing through an active species gas feed pipe 13 is restricted by an etching nozzle 4 into a high-density local beam which is fed to the surface of a semiconductor wafer 5 on a sample moving mechanism 7, thus greatly speedily etching it in a uniform thickness.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-174004

(P 2 0 0 0 - 1 7 4 0 0 4 A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000. 6. 23)

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065  
C23F 4/00

識別記号

F I

H01L 21/302  
C23F 4/00

マークコード (参考)

L 4K057  
E 5F004

審査請求 未請求 請求項の数11 書面 (全7頁)

(21) 出願番号

特願平10-376454

(22) 出願日

平成10年12月3日 (1998. 12. 3)

(71) 出願人 597125863

株式会社ケミトロニクス  
東京都東大和市立野2-703

(72) 発明者 本間 孝治

東京都東大和市立野2-703 株式会社ケ  
ミトロニクス内

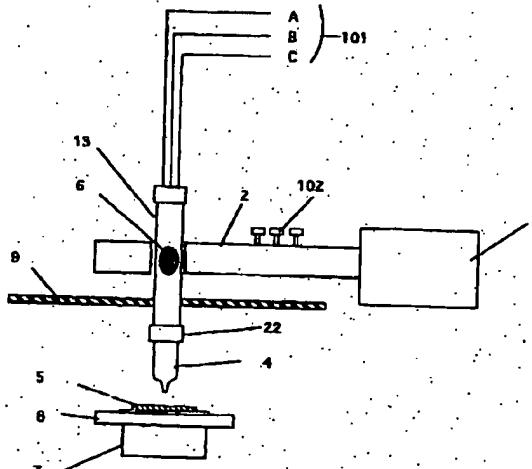
F ターム(参考) 4K057 DA02 DA04 DA20 DB20 DD03  
DE06 DE08 DE14 DE20 DM02  
DM29 DM40 DN01  
5F004 AA00 AA01 AA06 AA08 BA03  
BA04 BA20 BB11 BB18 DA00  
DA01 DA17 DA18 DA22 DA23  
DA24 DA25 DB01

(54) 【発明の名称】 プラズマエッティングの方法およびその装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 SOIウエーハの製造にはSi層を極めて薄く均一に高精度で、かつ無歪の加工仕上げをする要求があり、本発明では加工歪みの残らない高速ドライエッティング処理により極めて薄い均一な厚さと極めて小さい仕上がり表面荒さの得られる半導体ウエーハの加工方法と装置を提供する。

【解決手段】 高周波の交流電磁場により生成した活性種ガスで気相化学反応によって半導体ウエーハの結晶をエッティングする方法を基本として、フッ素化合物ガスあるいはフッ素化合物ガスを含む混合ガスに、水素あるいはアンモニアガスの少なくも1種類のガスを混合して、これを反応ガスとして用いることによりエッティングの表面荒さが改善される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガスプラズマ中で発生した活性種を試料の表面および裏面にあてて平坦化あるいは薄層化するプラズマエッティングの方法において、フッ素化合物ガスあるいはフッ素化合物ガスを含む混合ガスに、水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスを混合して用いることを特徴としたプラズマエッティングの方法。

【請求項2】 上記フッ素化合物ガスは、六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)、四フッ化炭素(CF<sub>4</sub>)、および三フッ化窒素(NF<sub>3</sub>)のガスのうち、少なくとも1種類を用いることを特徴とした請求項1記載のプラズマエッティングの方法。

【請求項3】 上記水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスの混合する割合はフッ素化合物ガスに対して0.01%以上20%以下の濃度であることを特徴とした請求項1と2記載のプラズマエッティングの方法。

【請求項4】 ガスプラズマ中で発生した活性種を試料の表面および裏面にあてて平坦化あるいは薄層化するプラズマエッティングの方法において、上記活性種を試料面積より小さな開口径を持つエッティングノズルの先端から試料面にあて、試料を部分的にエッティングし、ノズルと試料を相対的に移動させながら、試料全面にわたって所望の加工を行うことを特徴とした請求項1、2、3記載のプラズマエッティングの方法。

【請求項5】 フッ素化合物ガスあるいはフッ素化合物ガスを含む混合ガスによりガスプラズマ中で発生した活性種を試料面にあて、試料面近傍に水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスをそのまま、あるいは希釈して供給してエッティングを行うことを特徴としたプラズマエッティングの方法。

【請求項6】 フッ素化合物ガスあるいはフッ素化合物ガスを含む混合ガスによりガスプラズマ中で発生した活性種を試料面積より小さな開口径を持つエッティングノズルの先端から試料面にあて、このノズルと試料面に水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスをそのまま、あるいは希釈して供給して、部分的にエッティングし、ノズルと試料を相対的に移動させながら、試料全面にわたって所望の加工を行うことを特徴としたプラズマエッティングの方法。

【請求項7】 上記フッ素化合物ガスは、六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)、四フッ化炭素(CF<sub>4</sub>)、および三フッ化窒素(NF<sub>3</sub>)のガスのうち、少なくとも1種類を用いることを特徴とした請求項5と6記載のプラズマエッティングの方法。

【請求項8】 上記水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスの混合する割合はフッ素化合物ガスに対して0.01%以上20%以下の濃度であることを特徴とした請求項5、6、7記載のプラズマエッティングの方法。

【請求項9】 試料の表面および裏面を平坦化あるいは薄層化するプラズマエッティングの加工において、フッ素化合物ガスあるいはフッ素化合物ガスを含む混合ガスに、水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスを混合して供給するガス系を具備し、上記混合ガスをプラズマ中で活性化する機能を具備し、上記活性種ガスを試料面にあてる構造を基本とすることを特徴としたプラズマエッティングの装置。

【請求項10】 上記プラズマエッティングの加工において、ガスプラズマ中で発生した活性種を試料面積より小さな開口径を持つエッティングノズルの先端から試料面にあてる構造を具備したことを特徴とした請求項9記載のプラズマエッティングの装置。

【請求項11】 上記プラズマエッティングの加工において、フッ素化合物ガスあるいはフッ素化合物ガスを含む混合ガスを、ガスプラズマ中で活性化する機構と、水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスを上記活性種ガスが試料面にあたる領域に供給する機構とを具備した構造を基本とすることを特徴とした請求項10記載のプラズマエッティングの装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はドライエッティングの方法およびその装置に関し、特に半導体素子や集積回路を形成するSi半導体ウエーハの結晶やSOI(Silicon On Insulator)の結晶を一様に薄くしたり、平坦化する方法およびその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体素子や集積回路は半導体ウエーハ(以下、総称として試料ともいう)を用いてこの表面に複数形成され、製造工程の最終段階ではこの半導体ウエーハをチップ毎に切断し、ペレットとして分離する、ダイシング工程がある。このダイシング工程の前には、チップの放熱効果を高めたり、またはダイシングで使用される切断工具(カッターやソー等)の消耗を減らし寿命を延ばしたりするために、半導体ウエーハはこの裏面を研磨あるいは切削によって厚さを薄くする処理が必要とされている。これまで、半導体ウエーハの基板結晶を一様に薄くする場合には、研磨装置により半導体ウエーハの裏面に研磨布を介して平板を押し当て、研磨液を供給してウエーハと研磨布の間に研磨液を介在させながら研磨する方法や、研削装置によりダイヤモンド粒子等の固い材料粒子を埋め込み固定した砥石により研削する方法あるいは化学的機械研磨の方法が一般に知られている。また、ウエットエッティングによって基板結晶を一様に薄くする技術も使われている。

【0003】 また、半導体素子や集積回路の高性能化のために、SiではSOIウエーハが大量に使われており、この製造にはSiO<sub>2</sub>上のSi層を極めて薄く均一に高精度で加工仕上げする技術が必要となっている。こ

れにも上記の従来技術が使われていた。さらに、配線層の寸法の微細化により、試料表面の凹凸が従来の規格よりさらに厳しく要求されるようになってきている。このために、試料上の局部に存在する凸部領域だけをエッチングしたい要求があり、例えば局部領域だけをプラズマ加工する方式が米国特許5336355に記載されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】半導体素子や集積回路が高性能化、高集積化されるに伴い、発熱量は多くなり温度上昇のためにデバイスの特性が低下し、信頼度が悪くなる傾向がある。半導体基板結晶を薄くする目的は、この発熱を効果的に放熱し、半導体内部の温度上昇を防ぐことである。また、半導体素子や集積回路の高性能化のために、大量に使われるようになったSOIウエーハの製造にはSiO<sub>2</sub>上のSi層を極めて薄く均一に高精度で、かつ無歪の加工仕上げをする技術が必要である。しかしながら、従来の研磨あるいは研削による方法では基板結晶に圧縮応力やせん断応力を加えながら加工するため結晶中に歪が残る。また、加工中には加工くず、研磨粒子、研削粒子あるいは結晶粒子などの異物が混入され、歩留り低下の要因になる。さらに、機械加工ではウエーハの加工面には、ある深さまで加工変質層が形成されていて、これを除去するために薬液を用いたウェットエッチングの後工程が追加され、工程が複雑でコストが高くなる欠点がある。また、上記、異物はチップの裏面に残って歩留り低下を誘発する。このように、機械加工でウエーハの厚さを薄くする工程は、ウエーハ全体を研磨液や接着材等で汚染するため、十分に確立された高度な洗浄技術が不可欠となり、コストが高くなる欠点がある。ウェットエッチングによって基板結晶を一様に薄くする方法にはウエーハ表面を保護することが特に重要で、また、エッチング速度が遅いので生産性が悪い欠点がある。また、従来の試料上の局部領域だけをプラズマ加工する方式は、加工仕上がり精度に関する最適化の検討がなされておらず、CF4やSF6ガスによる加工後

の表面が投光器による目視検査で白濁が観察されるほど表面荒さが劣化し、最終の仕上げには使えない問題がある。これはCまたはSiに起因する堆積物が発生するためと思われる。また、プラズマ中のイオンが主に加工用に利用される構成のものは試料(結晶)の加工面に歪が生成される問題がある。このため、本発明は主にプラズマ発生のラジカル原子またはラジカル分子(以下、活性種という)をもちいたドライのエッチングによって基板結晶を高速エッチで均一に薄くする方法とその装置を提供し、基板結晶に加工歪みが残らない加工法により、全体の製造工程を簡略化し、極めて加工平坦度の優れた、極薄厚さの加工技術を提供し、放熱特性に優れた半導体素子あるいは集積回路の薄厚チップ、Siの薄層化SOIウエーハやSi表面の平坦化処理を、高歩留りで安価に供給することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明では、反応ガスを流して、高周波の交流電磁場によりプラズマ室でイオンやラジカルを発生させ、主にラジカルの活性種ガスにより気相化学反応によって半導体ウエーハの結晶をエッチングする方法を基本としている。本発明ではフッ素化合物ガスあるいはフッ素化合物ガスを含む混合ガスに、水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスを混合して、反応ガスとして用いることが特徴である。上記フッ素化合物ガスとしては、六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)、四フッ化炭素(CF<sub>4</sub>)、および三フッ化窒素(NF<sub>3</sub>)があり、本発明ではこれらの少なくとも1種類を用いることが特徴である。このフッ素化合物ガスはN<sub>2</sub>、Ar、He等の不活性ガスで希釈されていてもよい。水素あるいはアンモニアガスの少なくとも1種類のガスを混合することによってエッチングの表面荒さがエッチング前の表面荒さよりも改善されることを実験によって見い出した。この結果を表1に示す。

## 【0006】

## 【表1】

フッ素化合物 種類	添加ガス 種類	添加ガス 割合(%)	投光器による 目視検査	マイクロラフネス (nm)
SF <sub>6</sub>	なし	0	白濁	1.350
SF <sub>6</sub>	H <sub>2</sub>	0.01	鏡面	0.423
SF <sub>6</sub>	H <sub>2</sub>	20	鏡面	0.228
SF <sub>6</sub>	NH <sub>3</sub>	0.01	鏡面	0.501
SF <sub>6</sub>	NH <sub>3</sub>	20	鏡面	0.206

【0007】水素あるいはアンモニアの添加量がわずか50.01%でも表面荒さの改善に関する添加効果が現わ

れている。これは水素あるいはアンモニアの分子がこの反応系で活性化され、H<sub>2</sub>S等によるガス化、HF生成によるSi表面の清浄化、あるいはH<sub>2</sub>Oの形成による酸素によるウエーハ表面の酸化の防止等の効果により、鏡面仕上げになると推定される。水素あるいはアンモニアの添加量が増えると図5に示すようにエッティング速度が低下する傾向があり、加工の処理時間が長くなるので実用上の制限がある。このため、上記水素あるいはアンモニアガスの少なくも1種類のガスの混合する割合はフッ素化合物ガスに対して20%以下の濃度であることが好ましく、アンモニアの方がより効果的であることがわかる。上記水素あるいはアンモニアガスはN<sub>2</sub>、Ar、He等の不活性ガスで希釈されていてもよい。

【0008】本発明では上記ガスプラズマ中で発生した上記の活性種を試料面にあててプラズマエッティングを行うことを基本としている。このために、試料全面に活性種ガスを均一に当てる方式であってもよいが、とくに高精度に試料表面の加工を行うためには、上記活性種ガスを試料面積より小さな開口径を持つエッティングノズルの先端から試料面にあて、試料を部分的にエッティングし、ノズルと試料を相対的に移動させながら、試料全面にわたって所望の加工を行う方式のほうが制御性が優れた結果が得られた。これは、局部のエッティング量を実時間で計測して移動速度にフィードバックをかけながらエッティングをすることができることと、また、特にマイクロ波励起によるプラズマ発生による活性種ガスはエッティング速度が安定であること、などの理由である。なお、プラズマ発生の方法はマイクロ波励起に限定されるものではない。

【0009】本発明の中で、上記ガスの混合法と異なり、フッ素化合物ガスあるいはフッ素化合物ガスを含む混合ガスによりガスプラズマ中で発生した活性種を試料面にあて、水素あるいはアンモニアガスの少なくも1種類のガスをそのまま、あるいは希釈して試料面近傍に供給してエッティングを行う方式がある。この場合、活性種ガスは試料の全面に当ても、エッティングノズルで局部的に当ても、どちらでもよい。水素あるいはアンモニアガスの効果は、前記混合ガスの場合と同様に表面荒さの改善に有効であった。本発明による加工方法は結晶表面に加工歪みを残さないので、この後、薬液によるウエットエッティング工程が不要となり、工程が簡略化できる特徴がある。

【0010】本発明の方法を用いたプラズマエッティング装置はガス供給部とプラズマ発生機構部と活性種ガス供給機構部と試料移動機構部を基本としており、以上述べたエッティング部の他に、効率よく処理を行うために、ウエーハ搬送機構や試料交換室を備えて装置が構成されている。また、排気ガスを処理する除外装置も具備されている。

【0011】

#### 【発明の実施の形態】実施例1

- 図1と図4は本発明によるプラズマエッティングの方法とその装置の一実施例である。図4は装置全体の構成の概略図である。ガス供給装置14から反応ガス供給管3によりSF<sub>6</sub>とアンモニアガスおよび窒素からなる混合ガスをプラズマ発生室に注入する。マイクロ波発振器1で発生したマイクロ波が導波管2を通りプラズマ発生室で吸収され、前記、混合ガスが活性化され、プラズマ活性領域6が形成される。活性種ガスは活性種ガス供給管13を通じてエッティングノズル4で絞り込まれて密度の高い局部ビームとなって半導体ウエーハ5の表面に供給されるためにこの構成ではエッティングレートは大幅に速くなる特徴がある。半導体ウエーハ5は、はじめ試料交換室11に挿入され、ここから搬送機構15によりエッティング室9の移動台8に固定セットされる。移動台8は試料移動機構7によってX-Y方向あるいはX-θ方向に可動することができる。エッティングノズル4から活性種ガスによる局部ビームと移動台8の移動機構によって半導体ウエーハ5を全面にわたって均一な厚みにエッティングすることが可能になる。また、試料がエッティングされる周辺には吸引作用のある排気ヘッド16を配備し、浮遊するガスを排気19を経て効果的に排気する構成になっている。排気部はエッティング室9、排気ヘッド16、試料交換室11および搬送室10にそれぞれゲートバルブ18を介して配管され、各々が排気される。エッティング室9と排気ヘッド16から出た排気ガスはガス処理装置17を経て、除害して排気される。図1はエッティングノズルと試料周辺の詳細図である。エッティングノズル4は活性種ガス供給管13と結合部22によって高気密に固定され、また、エッティングノズル4の交換が容易に行える構成である。また、ガスを放出するエッティングノズル先端の開口部の断面形状は円形であってもよいが、高速にエッティングする目的には楕円や方形あるいは、帯状の形状の方が処理時間の短縮にとって効果があり、この構造は用途によって選定される。エッティングに用いる反応ガス101は水素またはアンモニア用のAライン、フッ素化合物用のBラインおよび不活性ガス用のCラインからなり、活性種ガス供給管13の入口で混合される。なお、AラインおよびBラインのガスは不活性ガスで希釈されていてもよい。Siのエッティングは例えばSF<sub>6</sub>ガスに10%のアンモニアを添加した条件で、500Wのマイクロ波電力のとき、約60μm/minの高速エッティングレートが得られ、仕上がり表面の荒さは0.305nmとエッティング前の値よりも良好な鏡面が得られた。
- 【0012】実施例2
- 本発明によるエッティングの方法およびその装置の他の実施例を図2で説明する。実施例1とガス供給部およびプラズマ発生部は同じであるが、活性種ガスが均一に広がるようなエッティングヘッド103により試料を一括にエ

ッチングする点が異なる。この場合は試料の移動機構に代わって試料台104があればよい。半導体ウエーハの直径が小さい試料の場合に有効な方式である。

#### 【0013】実施例3

本発明によるエッチングの方法およびその装置の別の実施例を図3で説明する。実施例1とガス供給部を除いてプラズマ発生部や試料移動機構は同じである。反応ガス101のフッ素化合物用のBラインおよび不活性ガス用のCラインが活性種ガス供給管103の入口で混合され、水素またはアンモニア用のAラインが、噴き出しガスライン110の入口に単独で供給される。フッ素化合物を含む混合ガスで活性種ガスが作られ、エッチングノズル4から試料表面に供給される。一方、水素またはアンモニアガスは上記経路を通って水素系ガスノズル105から供給される。試料上のエッチング雰囲気ガス106には上記Aラインのガスが効果的に混合されるように水素系ガスノズル105の配置が決められてある。水素またはアンモニアの添加効果は実施例1と同じである。

【0014】以上、実施例1から3までのプラズマ発生機構はマイクロ波励起の例で述べてあるが、これに代わってコイルによる誘電型あるいは平行平板等の容量型であってもよいことを付言する。

#### 【0015】

【発明の効果】 (1) フッ素化合物あるいはフッ素化合物を含む混合ガスに水素あるいはアンモニアを添加することにより、Siエッチングにおける仕上がり表面の荒さが小さくなり、均一でかつ高速のため仕上げエッチングの工程を短縮できるようになった。

(2) 本発明の方法を用いた装置により半導体ウエーハ精密薄層加工がドライプロセスができるようになり、これによって半導体ウエーハの洗浄工程や張り付けて取り外しする工程が不要になり大幅な工程の短縮がはかれた。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1であるプラズマエッチング装置のエッチングノズルと試料周辺の詳細図。

【図2】本発明の実施例2であるプラズマエッチング装

置のエッチングノズルと試料周辺の詳細図。

【図3】本発明の実施例3であるプラズマエッチング装置のエッチングノズルと試料周辺の詳細図。

【図4】本発明の実施例1であるプラズマエッチング装置の全体構成の概略図。

【図5】本発明の水素あるいはアンモニア添加量に対するエッチングレートのグラフ。

【表1】本発明の水素あるいはアンモニア添加してエッチングしたSi表面の加工荒さの関係。

#### 【符号の説明】

1…マイクロ波発振器

2…導波管

3…反応ガス供給管

4…エッチングノズル

5…半導体ウエーハ

6…プラズマ発生領域

7…試料移動機構

8…移動台

9…エッチング室

10…搬送室

11…試料交換室

12、22…結合部

13…活性種ガス供給管

14…ガス供給装置

15…搬送機構

16…排気ヘッド

17…排気装置及びガス処理装置

18…ゲートバルブ

19…ガス排気管

20…制御装置

101…反応ガス

102…マイクロ波整合器

103…エッチングヘッド

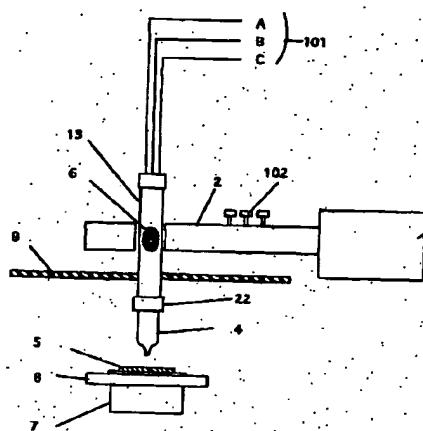
104…試料台

105…水素系ガスノズル

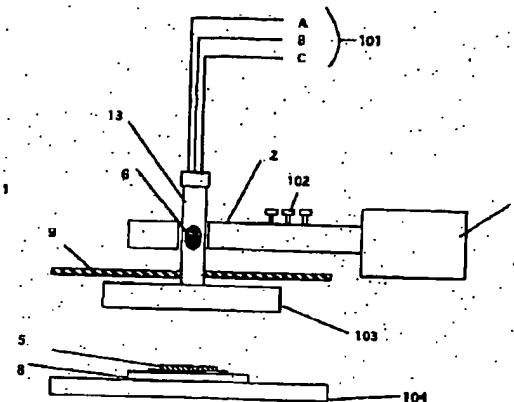
106…エッチング雰囲気ガス

110…噴き出しガスライン

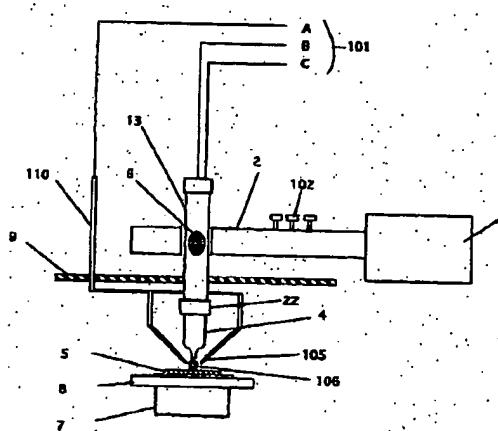
[ 1]



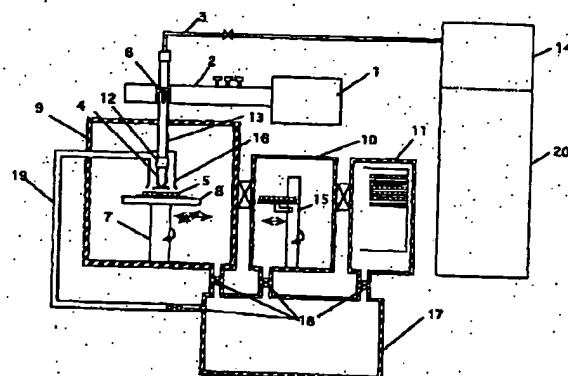
【图2】



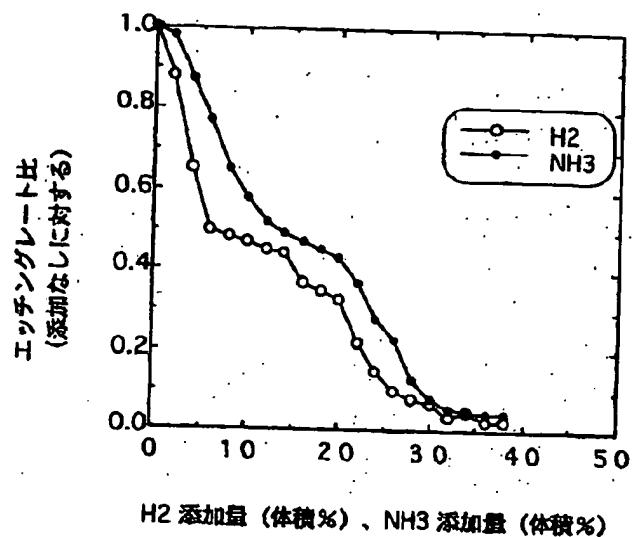
[图 3]



[図4]



【図5】



## \* NOTICES \*

**JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention makes thin uniformly the crystal of Si semiconductor wafer and the crystal of SOI (Silicon OnInsulator) which form a semiconductor device and an integrated circuit about the approach of dry etching, and its equipment, or relates to the approach of carrying out flattening, and its equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Two or more formation is carried out on this front face using a semiconductor wafer (henceforth a sample as a generic name), and in the culmination of a production process, a semiconductor device and an integrated circuit cut this semiconductor wafer for every chip, and have the dicing process separated as a pellet. Before this dicing process, in order to heighten the heat dissipation effectiveness of a chip, or to reduce consumption of the cutting tools (a cutter, sow, etc.) used by dicing and to prolong a life, as for the semiconductor wafer, the processing to which thickness is made thin by polish or cutting is needed in this rear face. When making the substrate crystal of a semiconductor wafer thin uniformly until now, a plate is pressed against the rear face of a semiconductor wafer through abrasive cloth with polish equipment, and, generally the approach of grinding, while supplying polish liquid and making polish liquid intervene between a wafer and abrasive cloth, the approach of carrying out grinding with the grinding stone which embedded the ingredient particle with a hard diamond particle etc. with grinding attachment, and was fixed, or the approach of chemical mechanical polishing is learned. Moreover, the technique which makes a substrate crystal thin uniformly by wet etching is also used.

[0003] Moreover, by Si, the SOI wafer is used in large quantities for high-performance-izing of a semiconductor device or an integrated circuit, and the technique which carries out processing finishing with high degree of accuracy is very thinly needed for homogeneity in Si layer on SiO<sub>2</sub> at this manufacture. The above-mentioned conventional technique was used also for this. Furthermore, the irregularity on the front face of a sample is increasingly required by detailed-ization of the dimension of a wiring layer still more severely than the conventional specification. For this reason, the method which there is a demand to etch into only the heights field which exists in the part on a sample, for example, carries out plasma etching only of the local field is indicated by U.S. Pat. No. 5336355.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It follows on integrating highly, and it increases, the property of a device falls for a temperature rise, and calorific value has [ a semiconductor device or an integrated circuit ]

high-performance-izing and the inclination for reliability to worsen. The purpose which makes a semi-conductor substrate crystal thin is radiating heat effectively in this generation of heat, and preventing the temperature rise inside a semi-conductor. Moreover, the technique which carries out distortionlessness processing finishing for Si layer on SiO<sub>2</sub> with high precision [ it is very thin and ] to homogeneity is required for manufacture of the SOI wafer which came to be used in large quantities for high-performance-izing of a semiconductor device or an integrated circuit. However, by the approach by the conventional polish or grinding, in order to process it, applying compressive stress and shearing stress to a substrate crystal, distortion remains during a crystal. Moreover, during processing, foreign matters, such as processing waste, a polish particle, a grinding particle, or a crystal grain child, are mixed, and it becomes the factor of a yield fall. Furthermore, in machining, the damaged layer is formed to a certain depth, in order to remove this, a process is added after the wet etching which used the drug solution, a process is complicated in the processing side of a wafer, and it has the fault to which cost becomes high. Moreover, the above and a foreign matter remain in the rear face of a chip, and induce a yield fall. Thus, the process which makes thickness of a wafer thin by machining has the fault to which the fully established advanced washing technique becomes indispensable, and cost becomes high in order to pollute the whole wafer with polish liquid, a binder, etc. Since especially the thing for which a wafer front face is protected is important for the approach of making a substrate crystal thin uniformly by wet etching and the etch rate is slow, there is

a fault with bad productivity. Moreover, examination of the optimization about processing result precision is not made, but surface roughness deteriorates, so that nebula is observed by the visual inspection according [ the front face after processing by CF<sub>4</sub> or SF<sub>6</sub> gas ] to a projector, and the method which carries out plasma etching only of the local field on the conventional sample has the problem which cannot be used in the last finishing. This is considered because the deposit resulting from C or S is generated. Moreover, the thing of a configuration of that the ion in the plasma is mainly used for processing has the problem on which distortion is generated by the processing side of a sample (crystal). This invention mainly For this reason, the radical atom or radical molecule of plasma generating dry etching which had (it is hereafter called active species) and was required -- a substrate crystal -- a high speed -- it being dirty, and homogeneity being provided with the approach of making it thin, and its equipment, and by the processing method processing distortion does not remain in a substrate crystal The whole production process is simplified, the processing technique of ultra-thin thickness in which processing display flatness was extremely excellent is offered, and it aims at supplying cheaply the semiconductor device excellent in the heat dissipation property or the thin chip of an integrated circuit, and the flattening processing on the lamination SOI wafer of Si, or the front face of Si by the high yield.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In this invention, reactant gas is passed, ion and a radical are generated by the alternating current electromagnetic field of high frequency at a plasma room, and it is mainly based on the approach of etching the crystal of a semiconductor wafer the gaseous-phase chemical reaction by the active species gas of a radical. The thing of hydrogen or ammonia gas which one kind of gas is mixed at least, and is used as reactant gas is the description at the mixed gas which contains fluorine compound gas or fluorine compound gas in this invention. It is the description for there to be 6 sulfur fluorides (SF<sub>6</sub>), carbon tetrafluoride (CF<sub>4</sub>), and 3 nitrogen fluoride (NF<sub>3</sub>), and to use these at least one kind by this invention as the above-mentioned fluorine compound gas. This fluorine compound gas may be diluted with inert gas, such as N<sub>2</sub>, Ar, and helium. It found out being improved rather than the surface roughness before the surface roughness of etching etching by experiment by [ of hydrogen or ammonia gas ] mixing one kind of gas at least. This result is shown in Table 1.

[0006]

[Table 1]

フッ素化合物 種類	添加ガス 種類	添加ガス 割合 (%)	投光器による 目視検査	マイクロラフネス (nm)
SF6	なし	0	白濁	1.350
SF6	H2	0.01	鏡面	0.423
SF6	H2	20	鏡面	0.228
SF6	NH3	0.01	鏡面	0.501
SF6	NH3	20	鏡面	0.206

[0007] The addition effectiveness concerning [ the addition of hydrogen or ammonia ] the improvement of surface roughness has shown up at least only 0.01%. The molecule of hydrogen or ammonia is activated by this system of reaction, and this is presumed to become mirror plane finishing according to effectiveness, such as prevention of oxidation on the front face of a wafer by the oxygen by the gasification by H2S grade, the defecation on the front face of Si by HF generation, or formation of H2O. Since there will be an inclination for an etch rate to fall as shown in drawing 5 and the processing time of processing will become long if the addition of hydrogen or ammonia increases, there is a practical limit. For this reason, the rate of the above-mentioned hydrogen or ammonia gas which one kind of gas mixes at least is understood that it is desirable that it is 20% or less of concentration, and ammonia is more effective to fluorine compound gas. The above-mentioned hydrogen or ammonia gas may be diluted with inert gas, such as N2, Ar, and helium.

[0008] It is based on hitting the above-mentioned active species generated in the above-mentioned gas plasma to a sample side, and performing plasma etching in this invention. for this reason, although you may be the method which applies active species gas to the whole sample surface at homogeneity, in order to process a sample front face with high precision especially The result the way of the method which processes a request over the whole sample surface excelled [ result ] in the controllability was obtained hitting the above-mentioned active species gas to a sample side from the tip of an etching nozzle with the diameter of opening smaller than sample area, etching a sample partially, and moving a nozzle and a sample relatively. It being able to etch, while this measures the amount of etching of a part in the real time and feedback is applied to passing speed, and the active species gas by plasma generating according especially to microwave excitation again are the reasons nil why an etch rate is stable etc. In addition, the approach of plasma generating is not limited to microwave excitation.

[0009] In this invention, unlike the alligation of the above-mentioned gas, the active species generated in the gas plasma by the mixed gas containing fluorine compound gas or fluorine compound gas is hit to a sample side, there is also little hydrogen or ammonia gas and there is remaining as it is or a method which etches by diluting and supplying near the sample side about one kind of gas. In this case, active species gas may hit against the whole surface of a sample, or may put in an etching nozzle locally, or whichever is sufficient as it. The effectiveness of hydrogen or ammonia gas was effective in the improvement of surface roughness like the case of said mixed gas. Since the processing approach by this invention does not leave processing distortion to a crystal front face, after this, the wet etching process by the drug solution becomes unnecessary, and it has the description which can simplify a process.

[0010] . The plasma etching system using the approach of this invention is based on the gas supply section, the plasma developmental mechanics section, the active species gas supply device section, and the sample migration device section, and in order to process efficiently besides the etching section described above, equipment is constituted in a wafer conveyance device or sample operating room. Moreover, the exclusion equipment which processes exhaust gas is also provided.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Example 1 drawing 1 and drawing 4 are one example of the approach and equipment of plasma etching by this invention. Drawing 4 is the schematic diagram of the configuration of the whole equipment. The mixed gas which consists of SF<sub>6</sub>, ammonia gas, and nitrogen with the reactant gas supply pipe 3 is poured into a plasma generating room from a gas transfer unit 14. The microwave generated with the microwave oscillator 1 is absorbed through a waveguide 2 at a plasma generating room, the above and mixed gas are activated, and the plasma active region 6 is formed. Since active species gas is narrowed down with the etching nozzle 4 through the active species gas supply line 13, serves as a local beam with a high consistency and the front face of a semiconductor wafer 5 is supplied, with this configuration, an etching rate has the description it is quick sharply featureless. A semiconductor wafer 5 is inserted in the sample operating room 11 at first, and a fixed set is carried out by the conveyance device 15 from here at the movable carriage 8 of an etching chamber 9. It can carry out movable [ of the movable carriage 8 ] in the direction of X-Y, or the direction of X-theta according to the sample migration device 7. It becomes possible to etch a semiconductor wafer 5 into uniform thickness over the whole surface according

to the migration device of a local beam and a movable carriage 8 by the active species gas which came out of the etching nozzle 4. Moreover, it has composition which arranges the exhaust air head 16 with a suction effect around a sample being etched, and exhausts the floating gas effectively through exhaust air 19. The exhaust air section is piped through a gate valve 18 at an etching chamber 9, the exhaust air head 16, the sample operating room 11, and the conveyance room 10, respectively, and each is exhausted. Through gas treatment equipment 17, the exhaust gas which came out of the etching chamber 9 and the exhaust air head 16 eliminates a damage, and is exhausted.

Drawing 1 is the detail drawing of the etching nozzle and sample circumference. The etching nozzle 4 is the configuration that it is fixed to a high airtight by the active species gas supply line 13 and the bond part 22, and the etching nozzle 4 can be exchanged easily. Moreover, although the cross-section configuration of opening at the tip of an etching nozzle which emits gas may be circular, there is [ a direction of an ellipse, or a rectangle or a band-like configuration ] effectiveness in the purpose etched into a high speed for compaction of the processing time, and this structure is selected by the application. The reactant gas 101 used for etching consists of B lines the A line for hydrogen or ammonia, and for fluorine compounds, and C Rhine for inert gas, and is mixed at the inlet port of the active species gas supply line 13. In addition, an A line and gas of B lines may be diluted with inert gas. Etching of Si was the conditions which added 10% of ammonia for example, in SF<sub>6</sub> gas, at the time of the microwave power of 500W, the high-speed etching rate of about 60 micrometer/min was obtained, and the mirror plane where the roughness on the front face of a result is better than the value before 0.305nm and etching was acquired.

[0012] Drawing 2 explains the approach of etching by example 2 this invention, and other examples of the equipment. Although an example 1, the gas supply section, and the plasma generating section are the same, the points which etch a sample into a package by the etching head 103 to which active species gas spreads in homogeneity differ. In this case, there should just be a sample base 104 instead of the migration device of a sample. It is an effective method when it is a sample with the small diameter of a semiconductor wafer.

[0013] Drawing 3 explains the approach of etching by example 3 this invention, and another example of the equipment. Except for an example 1 and the gas supply section, the plasma generating section and a sample migration device are the same. B lines for the fluorine compounds of reactant gas 101 and C Rhine for inert gas are mixed at the inlet port of the active species gas supply

line 13, and the A line for hydrogen or ammonia blows off, and is independently supplied to the inlet port of a gas line 110. Active species gas is made from the mixed gas containing a fluorine compound, and a sample front face is supplied from the etching nozzle 4. On the other hand, hydrogen or ammonia gas is supplied from the hydrogen system gas nozzle 105 through the above-mentioned path. Arrangement of the hydrogen system gas nozzle 105 is decided that the gas of the above-mentioned A line is effectively mixed by the etching controlled atmosphere 106 on a sample. The addition effectiveness of hydrogen or ammonia is the same as an example 1.

[0014] As mentioned above, although the example of microwave excitation has described the plasma developmental mechanics to examples 1-3, instead of this, it adds that you may be capacity molds, such as a dielectric mold with a coil, or an parallel plate.

[0015]

[Effect of the Invention] (1) By adding hydrogen or ammonia to the mixed gas containing a fluorine compound or a fluorine compound, it became small, and the roughness on the front face of a result in Si etching can be uniform, and can shorten the process of finishing etching now for a high speed.

(2) It came to be able to perform semiconductor wafer precision thin layer processing in a dry process with the equipment using the approach of this invention, and by this, the washing process and the process stuck and removed of a semiconductor wafer became unnecessary, and compaction of a large process was able to be aimed at.

---

[Translation done.]